

УДК 378.147:378.661:004.383.8
DOI 10.17513/snt.40842



CC BY 4.0

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ БУДУЩИХ ВРАЧЕЙ РЕШЕНИЮ КЛИНИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**Диденко Г. А. ORCID ID 0000-0003-4117-7294,
Касюк С. Т. ORCID ID 0000-0001-6760-750X,
Степанова О. А. ORCID ID 0000-0002-9977-5628**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Челябинск,
Российская Федерация, e-mail: okalst@mail.ru*

Одним из приоритетных направлений развития медицинского образования является интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в процесс подготовки будущих врачей. Важно обеспечить формирование у обучающихся готовности к применению методов машинного обучения для решения реальных диагностических и прогностических задач. В настоящей работе представлена технология обучения будущих врачей решению клинико-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения, изучаемых студентами Южно-Уральского государственного медицинского университета. Цель работы – раскрыть технологию обучения будущих врачей решению клинико-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения, реализованных на языке программирования Python с использованием библиотек scikit-learn и Keras в рамках изучения дисциплины «Применение методов искусственного интеллекта в медицинских исследованиях». Методологическая база исследования базируется на положениях системного, компетентностного, личностно-деятельностного и интегративного подходов. Предложенная технология обучения будущих врачей решению клинико-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения включает в себя целевой, содержательный, процессуально-методический и диагностико-оценочный блоки. Разработанная технология обучения будущих врачей решению клинико-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения обеспечивает практико-ориентированное освоение методов машинного обучения, формирование ИИ-компетенций у будущих врачей.

Ключевые слова: технология обучения, метод комментированного кода, клинико-ориентированные задания, интегративный подход, компетентностный подход, деятельностный подход, искусственный интеллект в медицине, машинное обучение, программирование на Python

A PEDAGOGICAL APPROACH TO TRAINING MEDICAL STUDENTS IN CLINICAL PROBLEM-SOLVING USING MACHINE LEARNING

**Didenko G. A. ORCID ID 0000-0003-4117-7294,
Kasyuk S. T. ORCID ID 0000-0001-6760-750X,
Stepanova O. A. ORCID ID 0000-0002-9977-5628**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“South Ural State Medical University” of the Ministry of Health
of the Russian Federation, Chelyabinsk, Russian Federation,
e-mail: okalst@mail.ru*

Integrating artificial intelligence (AI) into healthcare professional training is a priority in advancing medical education. Particular attention is given to fostering students' ability to leverage machine learning techniques for solving practical diagnostic and prognostic tasks. This paper presents a pedagogical approach for training medical students to solve clinically-oriented tasks using machine learning, as implemented with students at South Ural State Medical University. The aim of this study is to detail a pedagogical approach for training medical students in clinical problem-solving using machine learning. The approach employs Python with scikit-learn and TensorFlow libraries within the course “Application of AI Techniques in Medical Research”. The methodological framework of the study is grounded in the principles of the systems, competency-based, activity-based, and integrative approaches. The proposed approach for training future physicians to solve clinically-oriented tasks using machine learning comprises four components: goal-oriented, content-based, process-methodological, and diagnostic-evaluative blocks. The developed technology for teaching future doctors to solve clinical-oriented tasks using machine learning methods provides a practice-oriented learning of machine learning methods and the development of AI competencies in future doctors.

Keywords: pedagogical approach, annotated code method, clinically-oriented tasks, integrative approach, competency-based approach, activity-based approach, AI in medicine, machine learning, Python programming

Введение

В настоящее время обучающиеся Южно-Уральского государственного медицинского университета (ЮУГМУ), обучаясь на кафедре математики, медицинской информатики, информатики и статистики, физики, изучают методы машинного обучения в контексте их реализации в медицинских исследованиях. В рамках требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению специалитета 31.05.01 Лечебное дело, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 12 августа 2020 г. № 988¹, была разработана и внедрена новая дисциплина «Применение методов искусственного интеллекта в медицинских исследованиях». Преподаватели кафедры, опираясь на практический опыт, осуществляют совместные исследования в области интеграции искусственного интеллекта в учебный процесс медицинского университета, в том числе направленные на разработку технологии обучения будущих врачей решению клиничко-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения в курсе дисциплин по искусственному интеллекту (ИИ-дисциплин).

Цель исследования – обосновать технологию обучения будущих врачей решению клиничко-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения, реализованных на языке программирования Python, в рамках дисциплины «Применение методов искусственного интеллекта в медицинских исследованиях». В контексте дисциплины обучающимся предложена реализация основных методов машинного обучения на языке Python: классификация числовых данных с использованием ансамблевых методов; классификация числовых и категориальных данных с использованием нейронных сетей; распознавание медицинских изображений с использованием сверточных нейронных сетей; обработка клинических текстов.

Материалы и методы исследования

Методологическая база исследования базируется на идеях следующих подходов:

1. Системного подхода, ориентирующего на разработку технологии обучения будущих врачей решению клиничко-ориентиро-

ванных заданий как целостной педагогической системы, включающей ряд ее структурных компонентов – блоков с определенным содержанием и выполняемыми функциями [1, с. 108; 2, с. 48].

2. Компетентностного подхода, позволяющего осуществить проектирование технологии обучения будущих врачей решению клиничко-ориентированных заданий в логике ориентации на конечные образовательные результаты – сформированные ИИ-компетенции обучающихся медицинского вуза [3; 4].

3. Личностно-деятельностного подхода, как научного обоснования выбора системы клиничко-ориентированных заданий, обеспечивающей формирование ИИ-компетенций и развития личности обучающегося [5, с. 243; 6, с. 115].

4. Интегративного подхода, который позволяет рассматривать технологию обучения будущих врачей решению клиничко-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения как педагогическую систему, объединяющую содержание медицинских и ИИ-дисциплин и обеспечивающую синтез межпредметных знаний [7; 8].

Для реализации цели исследования были использованы следующие методы: анализ научно-педагогической литературы, нормативных документов по проблеме исследования, классификация, систематизация информации, анализ и сравнение методов машинного обучения [9–11].

Результаты исследования и их обсуждение

Технология обучения будущих врачей решению клиничко-ориентированных заданий – это структурированная педагогическая система, основанная на блочном принципе и направленная на формирование у будущих врачей компетенций в области искусственного интеллекта и анализа клинических данных. Технология включает в себя *целевой, содержательный, процессуально-методический и диагностико-оценочный* блоки. Блочный принцип структурирования технологии выбран исходя из того, что он фиксирует линейный порядок реализации: сначала определяется цель, затем отбирается содержание, после выстраивается процесс с методическим сопровождением, и только на завершающем этапе проводится диагностика и оценка.

Целевой блок включает цель, задачи и планируемые результаты деятельности обучающихся, ориентированные на формирование у обучающихся компетенций в области искусственного интеллекта.

¹ Приказ Министерства науки и высшего образования РФ от 12 августа 2020 г. № 988 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – специалитет по специальности 31.05.01 Лечебное дело» (с изм. и доп. от 26 ноября 2020 г., 19 июля 2022 г., 27 февраля 2023 г.) [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-31-05-01-lechebnoe-delo-988/> (дата обращения: 12.03.2026).

Содержательный блок представлен теоретической базой и системой клиничко-ориентированных заданий, в которых с помощью методов машинного обучения моделируются реальные клинические ситуации. В процессе освоения ИИ-дисциплины обучающиеся изучают основы работы с языком программирования Python, интерактивными средами выполнения кода PyCharm Community Edition и Google Colab, знакомятся с библиотеками Pandas, NumPy и Matplotlib. На практических занятиях обучающимся предложена реализация основных методов машинного обучения с помощью системы клиничко-ориентированных заданий, в которых выполняется обработка открытых наборов медицинских данных (Heart, Diabetes, Breast Cancer и др.).

Процессуально-методический блок включает дидактические этапы выполнения клиничко-ориентированных заданий с помощью машинного обучения и методы его

реализации. Например, метод комментированного кода, при котором каждый шаблон программы на Python выступает как дидактический инструмент для освоения сложного технического материала. Шаблоны программ снабжены подробными комментариями, объясняющими назначение команд и функций, математический смысл параметров; клиническую интерпретацию выходных данных и рассчитанных метрик [12–14]. Выполнение клиничко-ориентированных заданий с помощью машинного обучения включает в себя следующие дидактические этапы (табл. 1).

Диагностико-оценочный блок технологии обучения будущих врачей решению клиничко-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения включает диагностические критерии, методы для измерения глубины освоения знаний, отработки ИИ-навыков и механизмы обратной связи.

Таблица 1

Дидактические этапы выполнения клиничко-ориентированных заданий

Этап	Педагогическая задача	Содержание деятельности студента
1	Формирование навыков работы с реальными клиническими данными	Загрузка и очистка набора медицинских данных
2	Развитие умений визуализации и первичного анализа медицинских данных	Вычисление описательных статистик, корреляционной матрицы, построение гистограмм и диаграмм размаха
3	Освоение принципов валидации ИИ-моделей в медицине. Понимание влияния параметров алгоритмов на качество диагностики	Разделение набора данных на обучающую и тестовую выборки. Конфигурирование параметров классификаторов
4	Формирование представлений о процессе обучения ИИ-систем	Машинное обучение на данных обучающих выборок
5	Умение оценивать надежность ИИ-моделей	Расчет метрик классификации на тестовых выборках
6	Развитие навыков клинической интерпретации результатов работы ИИ	Классификация заболеваний для новых пациентов с вычислением вероятностей принадлежности к классам

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Таблица 2

Критерии и показатели апробации

Критерий	Показатель
1. Освоение дидактических этапов работы с клиническими данными и ИИ	Доля студентов, успешно выполнивших все 6 этапов (табл. 1)
2. Качество выполнения клиничко-ориентированных заданий	Средний балл за реализацию методов машинного обучения на открытых наборах (Heart, Diabetes и др.)
3. Сформированность ИИ-компетенций	Результаты тестирования по Python, Pandas, NumPy, Matplotlib; правильность интерпретации метрик
4. Удовлетворенность обучением	Оценка студентами методики (анкета, % положительных ответов)
5. Применимость в клиническом контексте	Корректность клинической интерпретации результатов классификации (экспертная оценка)

Примечание: составлена авторами на основе полученных данных в ходе исследования.

Ниже представлены критерии и показатели апробации данной технологии (табл. 2).

Далее остановимся на содержании и реализации этапов машинного обучения в процессе изучения дисциплины «Применение методов искусственного интеллекта в медицинских исследованиях».

Исходными данными для машинного обучения послужили следующие общедоступные медицинские наборы: **набор Heart**, включающий сведения о 304 пациентах с сердечно-сосудистыми заболеваниями; **набор Diabetes** – о 442 пациентах с диабетом; **набор Breast Cancer Wisconsin (Original)** – о результатах биопсии 699 пациенток с раком молочной железы; **набор Parkinsons** – о голосовых характеристиках 197 пациентов с болезнью Паркинсона и здоровых людей; **наборы column_3C_weka, column_2C_weka** – о форме и ориентации таза, поясничного отдела позвоночника 310 пациентов; **набор Breast Cancer** – о 286 пациентках с раком молочной железы.

1. Загрузка и очистка наборов данных

Для загрузки данных медицинских наборов используется метод `read_csv` из библиотеки `pandas`. Удаление строк с пропущенными значениями и перезагрузка индекса осуществляется с помощью методов `dropna` и `reset_index` соответственно.

2. Вычисление описательных статистик

Вычисление описательных статистик и корреляционной матрицы осуществляется с помощью методов `describe` и `corr` соответственно из библиотеки `pandas`.

3. Разделение набора данных на обучающую и тестовую выборки

Загруженный набор `df` предварительно разбивают на *выходные данные* (y) и *входные данные* (X). Для разделения входных и выходных данных данные на обучающую и тестовую выборки используется функция `train_test_split` из библиотеки `scikit-learn`, при этом пропорция данных в *тестовой выборке* задается с помощью параметра `test_size`.

4. Машинное обучение на данных обучающих выборок

Для изучения и практической реализации дифференциальной диагностики заболеваний были предложены следующие методы машинного обучения.

Логистическая регрессия позволяет устанавливать связь между *категориальной бинарной переменной* (y) и набором *независимых количественных и категориальных переменных* (x_0, x_1, \dots, x_j). В результате проведения данного анализа можно получить *модель классификации*, показывающую вероятность принадлежности объекта к одному из двух классов (кодируются 0 и 1). Класс

`LogisticRegression` из библиотеки `scikit-learn` позволяет построить *полную модель логистической регрессии*. Для включения в модель логистической регрессии только определенных переменных используется библиотека `statsmodels`.

Метод опорных векторов – это алгоритм машинного обучения, используемый для решения задач классификации с учителем, в ходе которого строится гиперплоскость в n -мерном пространстве, разделяющая объекты двух или более классов. Класс `SVC` из библиотеки `scikit-learn` позволяет построить модель *методом опорных векторов*.

Метод k -ближайших соседей используется в машинном обучении для решения задач классификации. В основе этого метода лежит идея о том, что объект принадлежит к тому классу, к которому принадлежит большинство его ближайших соседей. Класс `KNeighborsClassifier` из библиотеки `scikit-learn` позволяет построить *модель k -ближайших соседей*. Обучение этой модели осуществляется с помощью метода `fit`.

Дерево решений является древовидной иерархической структурой, осуществляющей классификацию объектов с помощью решающих правил формата «если..., то...». Узлы дерева содержат решающие правила, а листья – объекты, относящиеся только к определенным классам. Класс `DecisionTreeClassifier` из библиотеки `scikit-learn` позволяет построить модель дерева решений, обучение которой осуществляется с помощью метода `fit`.

Модель случайного леса (Random Forest Classifier) является алгоритмом машинного обучения, использующим ансамбль решающих деревьев для решения задач классификации. Класс `RandomForestClassifier` из библиотеки `scikit-learn` позволяет построить модель дерева решений. Обучение осуществляется с помощью метода `fit`.

Модель Stacking – это метод объединения оценок для уменьшения их систематических ошибок. Прогнозы каждой отдельной модели складываются вместе и используются в качестве входных данных для окончательной модели и вычисления прогноза. Класс `StackingClassifier` из библиотеки `scikit-learn` позволяет построить модель *Stacking*, использующую несколько классификаторов (параметр `estimator`) и объединяющую оценки этих классификаторов с помощью параметра `final_estimator`.

Модель Bagging – это класс алгоритмов в ансамблевых методах, которые создают несколько экземпляров моделей классификаторов на случайных подмножествах исходного обучающего набора, а затем объединяют их отдельные прогнозы для формирования

окончательного прогноза. Класс *BaggingClassifier* из библиотеки *scikit-learn* позволяет построить модель *Bagging*, использующую n классификаторов (параметр $n_estimators$) заданного типа (параметр *estimator*).

В полносвязной нейронной сети прямого распространения нейроны каждого слоя соединены со всеми нейронами предыдущего слоя. Типовой задачей для сети этого типа является классификация данных. Класс *MLPClassifier* из библиотеки *scikit-learn* позволяет построить полносвязную нейронную сеть, содержащую заданное количество нейронов на скрытых слоях (параметр *hidden_layer_sizes*) с определенными функциями активации (параметр *activation*) [15].

5. Расчет метрик классификации на тестовых выборках

Для вычисления метрик классификации на тестовой выборке предварительно необходимо предсказать классы заболеваний с помощью функции *logr.predict*. Отчет с основными метриками классификации (*precision*, *accuracy*, *recall* и *F1-score*) выводится с помощью функции *classification_report* из библиотеки *sklearn.metrics*.

6. Классификация заболеваний для новых пациентов

Предсказание классов заболеваний для новых пациентов осуществляется с использованием обученных моделей классификаторов. Для этого предварительно создается *DataFrame* с показателями пациента. Затем, используя метод *predict*, проводится классификация заболевания (*Class_Anne*) и вывод вероятностей (*Probability_estimates*) принадлежности к классам.

Результаты исследования и их обсуждение

Выполнение клиничко-ориентированных заданий с помощью предложенных дидактических этапов и шаблонов программ, содержащих технические, математические и клинические комментарии, показали высокую результативность при обработке медицинских данных в ходе практических занятий по дисциплине «Применение методов искусственного интеллекта в медицинских исследованиях».

В результате апробации технологии обучения будущих врачей решению клиничко-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения получены следующие *количественные* результаты: 85 % студентов выполняют все этапы без критических ошибок; средний балл за задания – 4,2 из 5; прирост тестового балла (до/после) – на 30 %; доля студентов, правильно интерпретирующих вероятности

принадлежности к классам (клинический вывод), – ≥ 80 %.

Наряду с количественными данными были зафиксированы *качественные* результаты – обучающиеся осознанно используют комментарии в шаблонах кода как дидактическую опору; понимают влияние параметров классификаторов на качество диагностики; способны визуализировать реальные медицинские данные; формируется целостное представление о цикле обучения ИИ-модели в приложении к клинической задаче.

Несмотря на высокие результаты, в процессе внедрения технологии выявлены следующие риски: техническая сложность для медиков, зависимость от инфраструктуры, трудоемкость шаблонов, искусственность данных, линейность, перекося в технические детали, отсутствие клинического эксперта, разный темп обучения. Однако перечисленные риски могут быть минимизированы с помощью вводного модуля Python, использования Google Colab, коллективной разработки шаблонов, добавления шумов в данные, петель обратной связи, клинической формулировки заданий, привлечения ординаторов-тьюторов и дифференцированных заданий с плавающими дедлайнами.

Разработанная технология обучения будущих врачей решению клиничко-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения является *адаптивной* (метод комментированного кода позволяет обучающимся, не имеющим углубленных навыков программирования, сосредоточиться на интерпретации полученных результатов, а не на технических деталях программирования); *профессионально направленной* (клиничко-ориентированные задания повышают мотивацию обучающихся за счет связи с будущей профессией); *универсальной* (может быть адаптирована для любых медицинских специальностей при изучении ИИ-дисциплин) и обеспечивает *формирование критического мышления* у будущих врачей (критическое оценивание результатов систем искусственного интеллекта).

Имплементация учебных ИИ-дисциплин («Основы искусственного интеллекта», «Применение методов искусственного интеллекта в медицинских исследованиях») в образовательный процесс ЮУГМУ стала важным этапом формирования компетенций обучающихся медицинского вуза в области использования искусственного интеллекта.

Заключение

Высокая сложность освоения классификаторов машинного обучения обуславливает необходимость их разбора студентами

медицинского вуза непосредственно в клиническом контексте с использованием готовых шаблонов программ. В дальнейшем студенты адаптируют эти шаблоны под нужные параметры и новые данные, интегрируя технические и клинические знания.

Такой подход позволяет будущим врачам, не имеющим глубоких знаний и навыков программирования, поэтапно строить бинарные, многоклассовые классификаторы и прогнозировать заболевания. Изучение машинных методов формирует фундаментальные знания об искусственном интеллекте и практические навыки использования интеллектуальных систем в диагностике, лечении и профилактике.

Разработанная технология обучения будущих врачей решению клинико-ориентированных заданий с применением методов машинного обучения обеспечивает практико-ориентированное освоение методов машинного обучения, формирование ИИ-компетенций и междисциплинарную интеграцию математической (знание математического смысла параметров), информационной (знание программирования на Python и начальные умения работы с библиотеками) и клинической подготовки (понимание диагностических задач, умения интерпретации результатов).

Список литературы

1. Блауберг И. В. Проблема целостности и системный подход. М.: Эдиториал УРСС, 1997. 448 с. URL: <https://search.rsl.ru/record/01004265680> (дата обращения: 23.04.2026). ISBN 5-901006-08-9.
2. Сергеев Н. К. Непрерывное педагогическое образование: концепция и технологии учебно-научно-педагогических комплексов (вопросы теории): монография. СПб.; Волгоград: Перемена, 1997. 166 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21012385> (дата обращения: 20.04.2026).
3. Гельман В. Я., Хмельницкая Н. М. Компетентный подход в преподавании фундаментальных дисциплин в медицинском вузе // Образование и наука. 2016. № 4. С. 33–46. URL: https://www.edscience.ru/jour/article/view/619/526?locale=ru_RU (дата обращения: 23.04.2026).
4. Куликова Н. Ю., Маслова О. А., Пономарева Ю. С. Модель использования систем искусственного интеллекта для оценки качества формирования компетенций студентов вуза // Мир науки. Педагогика и психология. 2021. № 9 (5). URL: <https://mir-nauki.com/33PDMN521.html> (дата обращения: 23.04.2026).
5. Выготский Л. С. Мышление и речь. СПб.: Питер, 2019. 431 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://search.rsl.ru/record/01009875965?ysclid=mp2dsaby5t790284242> (дата обращения: 23.04.2026). ISBN: 978-5-4461-1109-1.
6. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность: учеб. пособие. М.: Смысл Academia, 2004. 345 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://search.rsl.ru/record/01002463700> (дата обращения: 23.04.2026). ISBN: 5-89357-153-3.
7. Кулемзина Т. В., Красножен С. В., Криволап Н. В., Папков В. Е., Моргун Е. И. Интегративный подход как вектор персонализации образовательных практик в медицинском вузе // Профессиональное образование в современном мире. 2023. № 13 (3). С. 507–519. URL: <https://profed.edubiotech.ru/jour/article/view/1112/0> (дата обращения: 23.04.2026).
8. Пак М. С. Методология интегративного подхода. [Электронный ресурс]. URL: <https://mspak.herzen.spb.ru/wp-content/uploads/2014/10/ao3.pdf> (дата обращения: 20.04.2026).
9. Ермак А. Д., Макарова Е. А., Кафганов А. Н., Гаврилов Д. В., Новицкий Р. Э., Гусев А. В. Использование методов машинного обучения для диагностики заболеваний на основе неструктурированных медицинских текстов // Национальное здравоохранение. 2025. № 6 (4). С. 55–63. URL: <https://www.natszdrav.ru/jour/article/view/538> (дата обращения: 20.04.2026). DOI: 10.47093/2713-069X.2025.6.4.55-63.
10. Касюк С. Т., Диденко Г. А., Степанова О. А. Классификация данных медицинских исследований с использованием языка R // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2022. № 9. С. 96–107. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49730007> (дата обращения: 20.04.2026).
11. Конколь М. М., Слесарев М. А., Марьяна Е. Д., Черная С. Н. Теоретико-методологические основы проектирования образовательных инструментов на основе искусственного интеллекта // Современные наукоемкие технологии. 2026. № 2. С. 161–171. URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=40686> (дата обращения: 20.04.2026).
12. Алексеева М. Г., Зубов А. И., Новиков М. Ю. Искусственный интеллект в медицине // Международный научно-исследовательский журнал. 2022. № 7 (121). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/iskusstvennyy-intellekt-v-meditstine-3> (дата обращения: 20.04.2026).
13. Диденко Г. А., Степанова О. А. Современные аспекты информатизации: концепция информационных сервисов // Информатика и образование. 2018. № 7. С. 57–61. URL: <https://info.infojournal.ru/jour/article/view/325> (дата обращения: 20.04.2026).
14. Цквитария Т. А. Формирование универсальных компетенций будущего врача как современная педагогическая задача // Современные проблемы науки и образования. 2025. № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=34145> (дата обращения: 21.04.2026). DOI: 10.17513/spno.34145.
15. Касюк С. Т., Диденко Г. А., Степанова О. А. Диагностика пневмонии на рентгенологических снимках с использованием сверточной нейронной сети // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. 2023. № 9–2. С. 89–97. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=55849198> (дата обращения: 20.04.2026).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Финансирование: Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования.

Financing: The research was performed without external funding.